

**PEMANFAATAN LIMBAH PADAT PT. PETRO KIMIA
GRESIK UNTUK KEKUATAN BATA BETON YANG
MENGUNAKAN AGREGAT HALUS DUST**

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat S1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

FUAD HASAN
NIM : D 100 100 014

kepada:

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN LIMBAH PADAT PT.PETRO KIMIA GRESIK UNTUK KEKUATAN BATA BETON YANG MENGGUNAKAN AGREGAT HALUS DUST

Naskah Publikasi

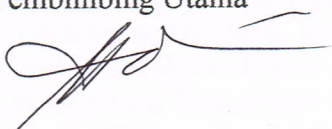
Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal 16 Oktober 2014

diajukan oleh :


FUAD HASAN
NIM : D 100 100 014

Susunan Dewan Penguji

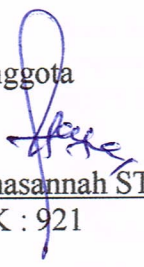
Pembimbing Utama


Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIK. 732

Pembimbing Pendamping

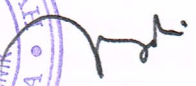

Ir. H. Aliem Sudjatmiko, M.T
NIP. 131683033

Anggota

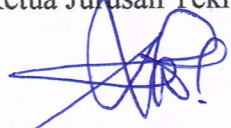

Yenny Nurchasannah ST.MT
NIK : 921

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 16 Oktober 2014
Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Sri Sunarjono
NIK : 682

Ketua Jurusan Teknik Sipil


Dr. Mochamad Solikin.
NIK : 792



PEMANFAATAN LIMBAH PADAT PT. PETRO KIMIA GRESIK UNTUK KEKUATAN BATA BETON YANG MENGGUNAKAN AGREGAT HALUS DUST

Fuad Hasan¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura
Surakarta

e-mail : voedz.vnz@gmail.com

ABSTRAK

Tiap tahun setidaknya dibutuhkan 728.604 unit rumah per tahun. Ini akan berdampak pada keperluan bahan bangunan terutama bata. Kebutuhan batu bata akan terus meningkat jumlahnya di setiap tahunnya. Dilihat dari pembuatan batu bata bahan baku yakni tanah liat. Jika tanah liat terus menerus digunakan sebagai bahan baku bata maka tingkat kesuburan tanah berkurang dan tidak ada lagi lahan untuk menanam tanaman(padi) sebagai pemenuh kebutuhan pangan manusia. Perkembangan teknologi industri di Indonesia diikuti pula dengan permasalahan yang selalu muncul, yaitu masalah limbah yang mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan limbah padat pabrik pupuk PT. Petrokimia Gresik.

Dalam penelitian tugas akhir ini, limbah padat ditambahkan pada komposisi campuran bata beton dengan variasi penambahan 5%, 10%, 15%, 20% dari berat semen yang direncanakan, setiap variasi 3 benda uji dengan perbandingan berat semen dan agregat halus 1:5 dengan fas 0,5. Untuk uji kuat tekan menggunakan cetakan silinder dengan dimensi 15 cm dan tinggi 30 cm. Untuk uji kuat lentur dan uji serap air menggunakan cetakan balok dengan dimensi panjang 60 cm, lebar 10 cm, tinggi 20 cm. Metode perawatan yang dipakai dengan cara di rendam selama 28 hari.

Analisa sifat fisik dan kimia limbah padat petrokimia dapat disimpulkan menurut ASTM C618-2003 (tentang standar mutu pozzolan) jumlah unsur senyawa SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 sama dengan 2,47% yang mana lebih kecil dari standar maksimal 70%, dan mengandung CaO 52,39% yang mana diatas standar minimal 10%. Maka limbah padat yang digunakan di penelitian ini di kategorikan pozzolan kelas C. Hasil dari penelitian ini didapatkan kuat tekan terbesar pada penambahan *gypsum* 15% yaitu sebesar 5,17 MPa, sedangkan kuat lentur pada penambahan *gypsum* 15% yaitu sebesar 4,513 MPa dan kuat serap air pada penambahan limbah *gypsum* 15% yaitu sebesar 11,58%.

**Kata Kunci :Beton ringan, Kuat tekan, Kuat lentur, Kuat serap air,
Limbah *gypsum***

PENDAHULUAN

Ketua Badan Pertimbangan Organisasi Dewan Pengurus Pusat Real estate Indonesia (REI) F.Teguh Satria mengatakan, pertumbuhan penduduk Indonesia rata-rata 1,3 persen per tahun, atau setara 4,3 juta jiwa. Tiap tahun setidaknya dibutuhkan 728.604 unit rumah per tahun. Ini akan berdampak pada keperluan bahan bangunan terutama bata. Kebutuhan batu bata akan terus meningkat jumlahnya di setiap tahunnya.

Dilihat dari pembuatan batu bata bahan baku yakni tanah liat. Jika tanah liat terus menerus digunakan sebagai bahan baku bata maka tingkat kesuburan tanah berkurang dan tidak ada lagi lahan untuk menanam tanaman(padi) sebagai pemenuh kebutuhan pangan manusia. Ini akan bertentangan dengan program pemerintah tentang pemanfaatan sumber daya alam untuk ketahanan pangan. Dilihat dari proses pembakaran batu bata juga dapat menyebabkan polusi udara.

Perkembangan teknologi industri di Indonesia diikuti pula dengan permasalahan yang selalu muncul, yaitu masalah limbah. Sebagai contoh pabrik pupuk PT.

Petro Kimia Gresik dapat menghasilkan limbah padat sebanyak $\pm 0,45$ juta ton/tahun dan akan berpotensi terjadi pencemaran lingkungan. (Detiknews, 2012)

Melihat kondisi inilah yang mendorong peneliti untuk mencoba memberikan suatu solusi yakni di dalam karya inovasi iptek ini akan dibahas tentang "*Pemanfaatan Limbah Padat PT Petrokimia Gresik Untuk Kekuatan Bata Beton Yang Menggunakan Agregat Halus Dust*".

Karena limbah ini jumlahnya sangat banyak, memiliki sifat fisik butiran yang seperti tanah liat, kurang pemanfaatan dan ini sekaligus sebagai alternatif go green teknologi yang lagi marak dikampanyekan.

Dengan adanya laporan akhir ini, penyusun berharap bisa memberikan sumbangsih penelitian yang bermanfaat bagi masyarakat. Kemudian diharapkan dapat diterapkan dan diteliti lebih lanjut.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah limbah *gypsum* PT. Petrokimia Gresik dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada pembuatan bata ringan.

2. Bagaimanakah efek penambahan limbah *gypsum* PT. Petrokimia Gresik terhadap mutu dan kuat tekan benda uji.

Adapun batas masalah yang dibatasi dalam penelitian ini adalah :

1. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Limbah *gypsum* yang digunakan berasal dari PT. Petrokimia Gresik Limbah ini masih dalam kondisi asli dan murni.
3. Semen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen Portland tipe 1.
4. Agregat halus yang digunakan yaitu abu batu (*dust*) yang berasal dari industri pemecah batu di daerah Mojosoongo..
5. Zat additive yang digunakan adalah *Alumunium Pasta* sebanyak 0,018 per 1 bata ringan yang di beli dari CV. Jaya Kimia Surabaya.
6. Air dari Laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Perencanaan campuran bata beton dengan perbandingan berat semen dan agregat halus (abu batu) = 1 : 5, dan dengan faktor air semen (fas) sebesar 0,5.
8. Penambahan limbah *gypsum* PT. Petrokimia Gresik direncanakan sebanyak 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat semen yang direncanakan.
9. Dilakukan uji penyerapan air terhadap bata ringan yang memiliki kuat tekan yang optimal dari tiap prosentase campuran.
10. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan, uji kuat lentur dan uji serap air dari bata ringan pada umur 28 hari.

Bahan-Bahan Campuran Beton

Bahan-bahan yang digunakan untuk campuran beton terdiri dari semen, agregat halus, dan bahan tambah *additive*. Dalam perencanaan suatu campuran bahan-bahan material harus memenuhi syarat.

Bahan campuran beton :

1. Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk Kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain.

2. Agregat

Mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat

berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*) dan ekonomis. Agregat itu dibedakan menjadi 2 macam yaitu agregat halus dan agregat kasar (ASTM C33-86 dalam Subakti,1995)

3. Air

Air merupakan suatu pembentuk campuran beton untuk memicu suatu reaksi kimia pada semen dan untuk membasahi agregat dalam suatu campuran beton serta mempermudah dalam pekerjaan beton. Syarat umum air yang bisa digunakan untuk campuran beton antara lain : air harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton (ACI 318-89:2-2) dalam (Mulyono, 2004:53).

4. Limbah *gypsum*

Limbah *gypsum* PT. Petrokimia Gresik, sebagai bahan utama penyusun bahan pengikat/binder beton geopolimer. Komposisi kimia dan fasa dari limbah *gypsum* Petrokimia tergantung kepada mineral-mineral yang berhubungan dengan batubaranya dan tergantung pula kepada kondisi pembakarannya. Apabila limbah *gypsum* Petrokimia yang dipakai berasal dari industri yang berbeda, maka akan diperoleh limbah *gypsum* Petrokimia dengan komposisi yang berbeda pula, walaupun dengan jenis mineral yang sama (Swanopoel, 2002). Limbah *gypsum* PT. Petrokimia Gresik tersebut berupa *phosphogypsum*.

5. *Alumunium pasta*

Bubuk *alumunium* terbuat dari gilingan bola kering dari pemisahan *alumunium* dibawah kelembapan atmosfer atau penghilang larutan dari gilingan basah yang dipisahkan *alumunium* dibawah pengendalian kondisi atau keadaan. Biasanya rata-rata ukuran partikelnya 6-35 mikron, ukuran terkecil cenderung menjadi lebih berbahaya penggunaanya. Tergantung pada penggunaanya, beberapa serpihan mungkin distabilkan oleh sebuah lapisan untuk membatasi kereaksianya (<http://www.alfed.org.uk>).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode *road note* 4, yaitu dengan mengadakan percobaan di laboratorium guna mendapatkan hasil yang menjelaskan bagian-bagian yang diteliti. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini silinder dengan ukuran 15x30 cm dan balok dengan ukuran 60x20x10 cm. Dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 1. Rincian benda uji pada perendaman 28 hari

No	Jenis Pengujian	Perbandingan	Kadar Limbah terhadap Berat Pasir				Jumlah
		Semen : Pasir	5%	10%	15%	20%	
1	Kuat Tekan	1 : 5	3	3	3	3	12
2	Kuat Lentur	1 : 5	3	3	3	3	12
3	Penyerapan Air	1 : 5	3	3	3	3	12
TOTAL							36

Perencanaan Campuran Beton

Campuran dasar dari bata beton terdiri atas dua bagian, yaitu pasta semen dan agregat. Selain itu juga mengandung udara dan bahan tambah bila digunakan untuk menaikkan mutu bata beton. Adapun langkah – langkah untuk perhitungan rencana campuran adukan bata beton untuk pembuatan benda uji adalah sebagai berikut (LPMB, 1989):

- 1) Berdasarkan pemeriksaan berat satuan, akan diketahui rata – rata berat satuan volume abu batu dan rata – rata berat satuan semen.
- 2) Perencanaan campuran bata beton pada umumnya dibuat dengan perbandingan berat 1 semen : (5 – 12) pasir atau kerikil, tergantung dari kekuatan bata beton yang dikehendaki. Pada penelitian ini digunakan perbandingan berat semen dengan agregat halus adalah 1 : 5.
- 3) Dari nilai rata – rata satuan volume serta perbandingan volume antara semen dan agregat halus, maka diperoleh perbandingan nilai berat semen dan berat agregat halus.
- 4) Nilai fas yang digunakan 0,5 berarti perbandingan berat antara air dan semen adalah 0,5 : 1, jadi dapat dihitung perbandingan berat air, semen dan agregat halus.
- 5) Perkiraan berat jenis bata beton yang direncanakan = $\pm 1,8 \text{ gr/cm}^3$, sehingga berat adukan yang diperlukan untuk pembuatan benda uji bata beton dapat dihitung.
- 6) Kebutuhan bahan untuk tiap proporsi campuran ditambah 5% dimaksudkan untuk menjaga kemungkinan kekurangan pada waktu penimbangan.

Rancangan Mix Design

Rancangan mix design digunakan untuk menentukan proporsi suatu bahan material dalam membuat campuran beton adapun pembuatannya diperlukan 2 cetakan dengan bentuk yang berbeda, cetakan yang pertama yakni berbentuk silinder dan cetakan kedua berbentuk balok.

Tabel 2. Proporsi Campuran Beton Silinder

Fas	variasi %	AlPasta %	air (lt)	agr.Halus (kg)	Semen (kg)	Gypsum
0,5	0%	0,018	1,678	6	3	0
	5%	0,018	1,678	6	3	0,15
	10%	0,018	1,678	6	3	0,3
	15%	0,018	1,678	6	3	0,45
	20%	0,018	1,678	6	3	0,6

Tabel 3. Proporsi Campuran Balok Beton.

Fas	variasi %	AlPasta %	air (lt)	agr.Halus (kg)	Semen (kg)	Gypsum
0,5	0%	0,018	4,517	12	4,5	0
	5%	0,018	4,517	12	4,5	0,225
	10%	0,018	4,517	12	4,5	0,45
	15%	0,018	4,517	12	4,5	0,675
	20%	0,018	4,517	12	4,5	0,9

Tahap-Tahap Penelitian

1. Tahap I (Persiapan)
Pada tahap ini semua bahan material dan alat-alat yang diperlukan harus dipersiapkan terlebih dahulu.
2. Tahap II (Pemeriksaan bahan)
Bahan untuk pembuatan campuran beton dilakukan pengujian. Bahan yang di uji antara lain semen, agregat halus, air, dan limbah *gypsum*.
3. Tahap III (Pembuatan rancangan campuran)
Kegiatan pada tahap ini yaitu perencanaan rancangan campuran.
4. Tahap IV (Pembuatan benda uji)
Setelah sesuai rencana maka semua bahan dicampur kemudian diaduk hingga rata.
5. Tahap V (Perawatan dan Pengujian)
Benda uji yang sudah dibuat kemudian dilakukan perawatan dengan cara direndam didalam air selama 28 hari. Setelah dilakukan perawatan kemudian benda uji dilakukan pengujian yaitu uji kuat tekan.
6. Tahap VI (Analisis Data dan Kesimpulan)
Pada tahap ini data yang diperoleh dari hasil pengujian lalu dianalisis dan dibahas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta , merupakan suatu pencarian data yang mengacu pada perumusan masalah, yaitu untuk mengetahui bahan-bahan material yang digunakan sudah memenuhi syarat atau tidak dan mengetahui efek dari penambahan limbah *gypsum* terhadap mutu dan kuat tekan.

Hasil Pengujian Agregat

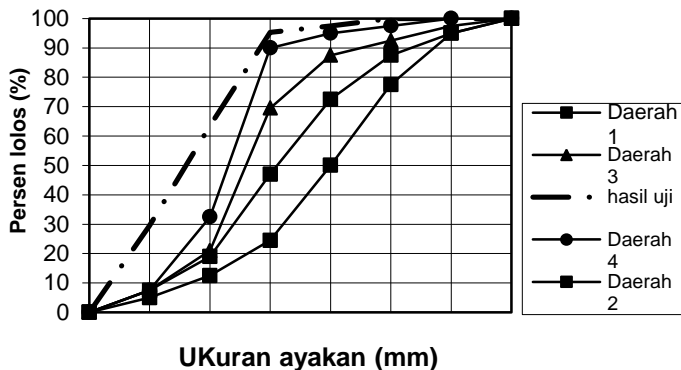
Pengujian agregat meliputi kandungan zat organik, kandungan lumpur, berat jenis, serapan air, dan gradasi.

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	SNI	Standar	Keterangan
			ASTM C 33 – 74a	
Kandungan organik	Coklat Muda	SNI 03-2816-1992	No 3	Memenuhi
Pemeriksaan SSD	3.4	SNI 03-2816-1992	< 3,8	Memenuhi
Berat jenis				
1). Berat jenis bulk	2.24	SNI 03-1970-1990	-	Memenuhi
2). Berat jenis SSD	2.38	SNI 03-1970-1990	-	Memenuhi
3). Berat jenis semu	2.59	SNI 03-1970-1990	-	Memenuhi
Absortion %	3.52%	SNI 03-1970-1990	< 5%	Memenuhi
Kandungan lumpur	2.65%	SNI 03-2816-1992	< 5%	Memenuhi
Gradasi abu batu	Daerah IV	SNI 03-1968-1990	-	Memenuhi
Modulus halus butir	2.14	-	1,5-3,8	Memenuhi

(sumber: hasil penelitian)

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa bahan-bahan material yang digunakan dalam campuran beton sudah memenuhi syarat.



Gambar 1. Grafik hubungan antara ukuran ayakan dengan presentase lolos kumulatif

Dari gambar 1 bahwa agregat masuk pada gradasi 4. Sehingga agregat halus termasuk pasir halus (Mulyono, 2004).

Hasil Pengujian *gypsum*

Pemeriksaan *gypsum* dilakukan untuk mengetahui kandungan kimia yang terkandung dalam *gypsum* dan untuk menentukan jenis klasifikasi *gypsum*. Tabel 5. Senyawa Kimia pada *gypsum*.

Dari hasil pengujian diatas, didapatkan kadar $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2,47\%$ dan kadar $\text{CaO} = 52,39\%$ pada *gypsum*. Dari kedua hasil diatas menunjukkan bahwa $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 < 70\%$ dan kadar $\text{CaO} > 10\%$ sehingga dapat dikategorikan dalam *pozzolan* kelas C karena memiliki kadar $\text{CaO} > 10\%$ (*Canadian Standard CSA A-23.5*).

Hasil Pengujian Kuat Tekan

1. Kuat tekan awal

Pada penelitian ini kuat tekan awal diperoleh dari pengujian kuat tekan beton rata-rata yang direndam pada air tawar umur 28 hari.

Tabel 5. Hasil Pengujian *gypsum*

Komposisi dalam senyawa <i>gypsum</i>	Berat (%)
SiO_2	2,4
Fe_2O_3	0,07
CaO	52,39
P_2O_5	0,85
SO_3	43,59
TiO_2	0,08
CuO	0,03
SrO	0,45
Yb_2O_3	0,14

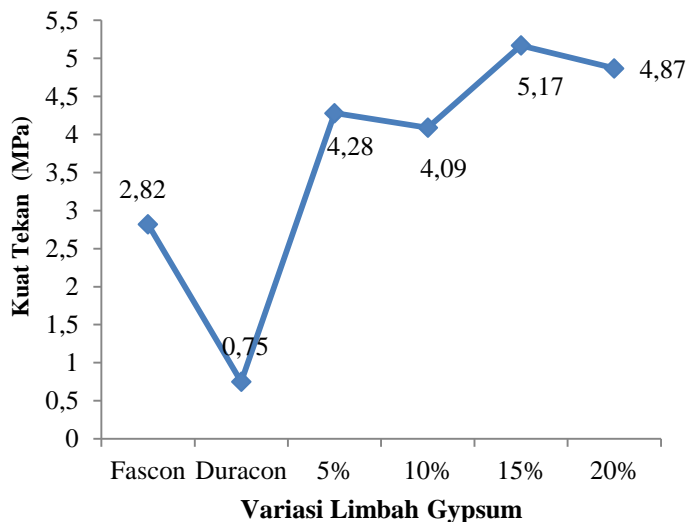
(sumber: hasil penelitian)

Tabel 6. Analisis Hasil Uji Kuat Tekan Beton Kubus dan Silinder

Variasi Limbah Gypsum	No	Bentuk benda uji	Luas Permukaan (mm ²)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan		Keterangan Hasil Uji	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
					(N/mm ²)	(MPa)		
Pasaran	FASCON	KUBUS	10000	34000	2.822	2.822	Konversi	2.82
	DURACON	KUBUS		9000	0.747	0.747	Konversi	0.75
5%	A	SILINDER	17672	82000	4.640	4.640	Tdk Konversi	4.28
	B	SILINDER		73000	4.131	4.131	Tdk Konversi	
	C	SILINDER		72000	4.074	4.074	Tdk Konversi	
10%	A	SILINDER	17672	73000	4.131	4.131	Tdk Konversi	4.09
	B	SILINDER		74000	4.187	4.187	Tdk Konversi	
	C	SILINDER		70000	3.961	3.961	Tdk Konversi	
15%	A	SILINDER	17672	82000	4.640	4.640	Tdk Konversi	5.17
	B	SILINDER		92000	5.206	5.206	Tdk Konversi	
	C	SILINDER		100000	5.659	5.659	Tdk Konversi	
20%	A	SILINDER	17672	93000	5.263	5.263	Tdk Konversi	4.87
	B	SILINDER		83000	4.697	4.697	Tdk Konversi	
	C	SILINDER		82000	4.640	4.640	Tdk Konversi	

(sumber : hasil penelitian)

Berdasarkan rata-rata kuat tekan dan variasi *gypsum* maka dapat digambarkan grafik sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik hubungan rata-rata kuat tekan beton dengan variasi *gypsum*

Dari data yang diperoleh pada Tabel 6, nilai kuat tekan beton fascon 2,82 MPa dan duracon 0,75 MPa. Pada bata beton dengan penambahan limbah *gypsum* 5% kuat tekan rata-rata sebesar 4,28 MPa, pada bata beton dengan penambahan limbah *gypsum* 10% kuat tekan rata-rata sebesar 4,09 MPa, pada bata beton dengan penambahan limbah *gypsum* 15% kuat tekan rata-rata sebesar 5,17 MPa, pada bata beton dengan penambahan limbah *gypsum* 20% kuat tekan rata-rata sebesar 4,87 MPa.

Hasil Pengujian Kuat Lentur

2. Kuat lentur

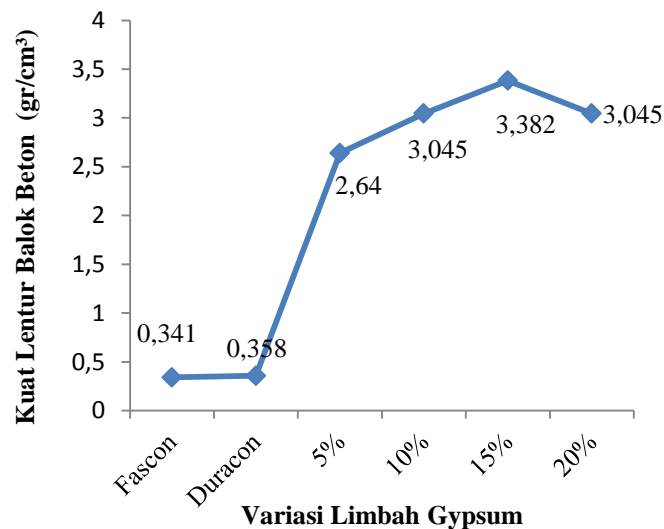
Pada penelitian ini kuat lentur awal diperoleh dari pengujian kuat tekan beton rata-rata yang direndam pada air tawar umur 28 hari.

Tabel 7. Analisis Kuat Lentur Beton

Variasi Limbah Gypsum	No	L (mm)	h (mm)	b (mm)	W (N)	q (N/mm)	P (N)	Kuat Lentur Maksimal (MPa)	Kuat Lentur (MPa)
Pasaran	FASCON	450	200	100	83,0	0,083	2000	0,341	0,341
	DURACON	450	200	100	101,0	0,101	2100	0,358	0,358
5%	A	450	200	100	158,9	0,159	1800	0,310	2,640
	B	450	200	100	162,7	0,163	24000	4,058	
	C	450	200	100	158,8	0,159	21000	3,551	
10%	A	450	200	100	157,8	0,158	16000	2,707	3,045
	B	450	200	100	158,9	0,159	20000	3,382	
	C	450	200	100	157,9	0,158	18000	3,045	
15%	A	450	200	100	163,2	0,163	20000	3,383	3,382
	B	450	200	100	158,9	0,159	18000	3,045	
	C	450	200	100	159,9	0,160	22000	3,720	
20%	A	450	200	100	163,2	0,163	16000	2,707	3,045
	B	450	200	100	170,2	0,170	20000	3,383	
	C	450	200	100	164,5	0,165	18000	3,045	

(sumber : hasil penelitian)

Berdasarkan rata-rata kuat lentur dan variasi *gypsum* maka dapat digambarkan grafik sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik hubungan rata-rata kuat tekan beton dengan variasi *gypsum*.

Dari data yang diperoleh pada Tabel 7, nilai kuat lentur beton Fascon didapat nilai sebesar 0,341 dan Duracon sebesar 0,358 MPa. Pada balok beton ringan dengan penambahan *gypsum* 5% kuat lentur rata-rata sebesar 4,738 MPa, pada balok beton ringan dengan penambahan *gypsum* 10% kuat lentur rata-rata sebesar 4,062 MPa, pada balok beton ringan dengan penambahan *gypsum* 15% kuat lentur rata-rata sebesar 4,513 MPa, dan pada balok beton ringan dengan penambahan *gypsum* 20% kuat lentur rata-rata sebesar 4,063 MPa .

Hasil Pengujian Kuat Serap Air

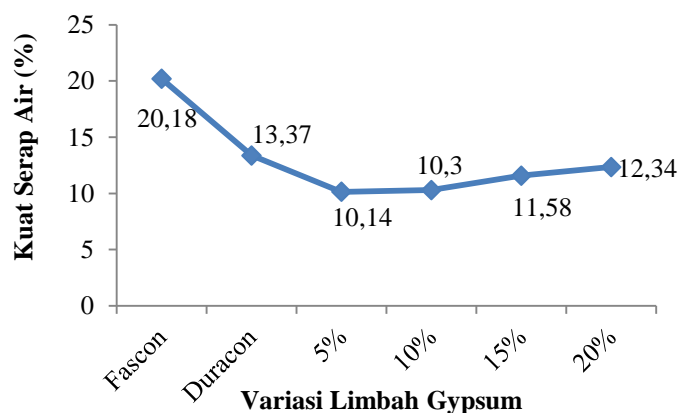
3. Kuat lentur

Pada penelitian ini kuat serap air diperoleh dari perendaman pada air tawar selama 24 jam. dapat dilihat pada tabel 8.

Perbandingan semen dan pasir	Variasi Limbah Gypsum	Bentuk benda uji	No	Berat Bata Ringan kering (gr)	Berat Bata Ringan jenuh (gr)	Penyerapan air (%)	Penyerapan air rata-rata (%)
1 : 5	Pasaran	BALOK	FASCON	8300	9975	20,181	20,18
		BALOK	DURACON	10100	11450	13,366	13,37
	5%	BALOK	A	15890	17560	10,510	10,14
		BALOK	B	16270	18105	11,278	
		BALOK	C	15880	17250	8,627	
	10%	BALOK	A	15780	17290	9,569	10,30
		BALOK	B	15890	17380	9,377	
		BALOK	C	15790	17679	11,963	
	15%	BALOK	A	16320	18015	10,386	11,58
		BALOK	B	15890	17890	12,587	
		BALOK	C	15990	17870	11,757	
	20%	BALOK	A	16320	18430	12,929	12,34
		BALOK	B	17021	18997	11,609	
		BALOK	C	16450	18501	12,468	

(sumber : hasil penelitian)

Berdasarkan rata-rata serap air dan variasi beton maka dapat digambarkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik hubungan rata-rata serap air dengan variasi gypsum.

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.8, nilai kuat serap air bata beton fascon 20,18% dan duracon sebesar 13,37%. Pada bata beton dengan penambahan limbah gypsum 5% nilai serap air rata-rata sebesar 10,14%, pada bata beton dengan penambahan limbah gypsum 10% nilai serap air rata-rata sebesar 10,30%, pada bata beton dengan penambahan limbah gypsum 15% nilai serap air rata-rata sebesar 11,58%, pada bata beton dengan penambahan limbah gypsum 20% nilai serap air rata-rata sebesar 12,34%.

Perbandingan Biaya

4. Perbandingan Biaya

Ditinjau dari jumlah dan harga material yang dibutuhkan pada penelitian ini, biaya pembuatan beton ringan dengan bahan tambah *aluminium pasta* dengan beton ringan Hebel dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9 antara bata ringan menggunakan bahan tambah *aluminium pasta* dengan bata ringan Hebel, dapat disimpulkan beton ringan menggunakan bahan tambah *aluminium pasta* lebih murah Rp 8.234,00 per 1 bata ringan dan bata ringan yang mempunyai kuat tekan paling tinggi yaitu bata ringan dengan variasi limbah gypsum sebanyak 15% ,sedangkan bata ringan milik produk duracon lebih mahal dengan harga Rp 8.700,00 begitu juga dengan bata ringan dari fascon yang memiliki harga Rp 12.000,00 per 1 bata ringan .

Tabel 9. Tabel Analisis Harga

Benda Uji	Material	Koef	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Beton Ringan Pasaran (fascon)					
60 x 2 x 10	Semen	-	kg	-	12,000.00
	Pasir Kwarsa	-	m ³	-	
	foam/aluminium pasta	-	kg	-	
	gypsum	-	kg	-	
	Air	-	lt	-	
	Pekerja	-	Oh	-	
					Rp 12,000.00
Beton Ringan Pasaran (Duracon)					
60 x 20 x 10	Semen	-	kg	-	8,700
	Pasir Kwarsa	-	m ³	-	
	foam/aluminium pasta	-	kg	-	
	gypsum	-	kg	-	
	Air	-	lt	-	
	Pekerja	-	Oh	-	
					Rp 8,700
Per 1 Bata Ringan Variasi gypsum 5%					
60 x 20 x 10	Semen	4.5	kg	1300	5850
	Abu Batu	0.0085	m ³	80000	680
	aluminium pasta	0.018	kg	70000	1260
	gypsum	0.225	kg	480	108
	Air	4.5	lt	0	0
	Pekerja	0.003	Oh	40000	120
					Rp 8,018.00
Per Bata Ringan Variasi gypsum 10%					
60 x 20 x 10	Semen	4.5	kg	1300	5850
	Abu Batu	0.0085	m ³	80000	680
	aluminium pasta	0.018	kg	70000	1260
	gypsum	0.45	kg	480	216
	Air	4.5	lt	0	0
	Pekerja	0.003	Oh	40000	120
					Rp 8,126.00
Per 1 Bata Ringan Variasi gypsum 15%					
60 x 20 x 10	Semen	4.5	kg	1300	5850
	Abu Batu	0.0085	m ³	80000	680
	aluminium pasta	0.018	kg	70000	1260
	gypsum	0.675	kg	480	324
	Air	4.5	lt	0	0
	Pekerja	0.003	Oh	40000	120
					Rp 8,234.00
Per 1 Bata Ringan Variasi gypsum 20%					
60 x 20 x 10	Semen	4.5	kg	1300	5850
	Abu Batu	0.0085	m ³	80000	680
	aluminium pasta	0.018	kg	70000	1260
	gypsum	0.9	kg	480	432
	Air	4.5	lt	0	0
	Pekerja	0.003	Oh	40000	120
					Rp 8,342.00

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, Tersedia di <http://www.alfed.org.uk>

BSN, 1996. *Bata Beton (Paving Blok) SNI-03-0691-1996*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

BSN, 1989. *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding SNI-03-0349-1989*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

ASTM, 1993. *Concrete and Concrete Aggregates*, Annual book of ASTM volume 04.02, USA.

Departemen Pekerjaan Umum, 1996, *Metode Pngujian Kuat Lentur Beton Dengan Balok Uji Sederhana yang Dibebani Terpusat Langsung SNI 03-4154-1996*, Yayasan LPMB, Jakarta

Departemen Pekerjaan Umum, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Detiknews, 2012. PT. Petro Kimia Gresik Menghasilkan Limbah Padat Sebanyak \pm 450.000 ton/tahun Dan Akan Berpotensi Terjadi Pencemaran Lingkungan., Detikcom, www.detiknews.com.

Gambhir, M.L., 1986, *Concrete Technology*. Tata Mc Grow Hill Publising Company Limited. New Delhi.

Gregor, J.G.M., (1997), *Reinforced Concrete Mechanics and Design*, Third Edition. Prentice Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.

Mulyono, T., 2003. *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.

Murdock, L.J dan Brook, K.M., 1999, *Bahan dan Praktek Beton*, (alih bahasa: Stwpanus Hendarko), Erlangga, Jakarta.

Neville, A.M. 1975. *Properties of Concrete*. The English Language Book Society and Pitman Publising. London.

Prasetya, A. Y., 2007, *Pemanfaatan Lumpur Sidoarjo (LUSI) Bakar Untuk Campuran Beton Ringan Dengan Bahan Tambah Alumunium Powder*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya

Tjokrodimuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Wikipedia, 2007. *Abu Batu*, wikipedia.org.ms.wikipedia.org/wiki/abubatu.

Wikipedia, 2007. *Gypsum*, wikipedia.org.id.wikipedia.org/wiki/gypsum.